

# BIPERS

Publicação conjunta do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves – EMBRAPA e da  
Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER/RS

MARÇO/1998

## MANEJO DE DEJETOS DE SUÍNOS



---

**ANO 7**

**BIPERS nº 11**

**MARÇO/1998**

---

**Boletim Informativo de Pesquisa—Embrapa Suínos e  
Aves e Extensão—EMATER/RS**

---

**Articulação da Embrapa Suínos e Aves com a  
Associação Riograndense de Empreendimentos de  
Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER/RS**

---

**Circulação:** Semestral

**Tiragem:** 2.500

**Coordenação:** Valmir Dartora, Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>

---

Correspondências, sugestões e questionamentos sobre a matéria constante neste boletim poderão ser enviados à Coordenação do BIPERS.

**Embrapa Suínos e Aves**

BR 153, km 110, Vila Tamanduá  
Caixa Postal 21  
CEP 89700-000 – Concórdia, SC  
Fone: (49) 442-8555  
Fax: (49) 442-8559  
<http://www.cnpsa.embrapa.br/>  
[sac@cnpsa.embrapa.br](mailto:sac@cnpsa.embrapa.br)

**EMATER/RS**

Rua Botafogo 1051  
Caixa Postal 2727  
CEP 90150-053 – Porto Alegre, RS  
Fone: (51) 233-3144  
Fax: (51) 229-6199  
<http://www.emater.tche.br/>

---

# MANEJO DE DEJETOS DE SUÍNOS

Valmir Dartora<sup>1</sup>  
Carlos C. Perdomo<sup>2</sup>  
Ivone Lopes Tumelero<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup>Eng. Agr., Extensionista, EMATER/RS

<sup>2</sup>Eng. Agr., DSc., EMBRAPA Suínos e Aves, C.P.21, CEP 89700-000, Concórdia, SC. Bolsista CNPq

<sup>3</sup>Eng. Sanit., Mestranda Engenharia Ambiental da UFSC. Bolsista do CNPq

# Sumário

<b>1</b>	<b>Uso de dejetos como fertilizante</b>	<b>6</b>
1.1	Produção de dejetos . . . . .	6
1.2	Quantidade de dejetos produzidos . . . . .	7
1.3	Fatores a serem considerados no uso como fertilizante . . . . .	8
1.4	Dose de aplicação dos dejetos . . . . .	9
1.5	Sistema de estocagem . . . . .	9
<b>2</b>	<b>Tratamento de dejetos suínos</b>	<b>10</b>
2.1	Caracterização dos dejetos . . . . .	12
2.2	Tratamento preliminar . . . . .	12
2.2.1	Decantador de Fluxo Ascendente . . . . .	12
2.2.2	Dimensionamento do decantador . . . . .	14
2.2.3	Construção do decantador . . . . .	15
2.2.4	Operacionalização do decantador . . . . .	15
2.3	Tratamento primário . . . . .	16
2.3.1	Lagoas anaeróbias . . . . .	16
2.3.2	Dimensionamento das lagoas anaeróbias . . . . .	17
2.4	Tratamento secundário . . . . .	22
2.4.1	Lagoas facultativas: . . . . .	22
2.4.2	Dimensionamento lagoa facultativa baseado nos seguintes dados: . . . . .	22
2.5	Tratamento terciário . . . . .	25
2.5.1	Lagoas de aguapés . . . . .	25
2.5.2	Dimensionamento lagoa de aguapés . . . . .	25
<b>3</b>	<b>Uso de leito de cama no manejo de dejetos suínos</b>	<b>29</b>
3.1	Instalação . . . . .	30
3.2	Manejo da cama . . . . .	30
3.3	Destino da cama . . . . .	30
3.4	Outros aspectos . . . . .	31
<b>4</b>	<b>Anexo 1</b>	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>Anexo 2</b>	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>31</b>

# Introdução

Nas regiões com alta concentração de suínos, grande parte dos dejetos é lançada no solo sem critérios e em cursos de água sem tratamento prévio, transformando-se em importante fonte de poluição ambiental e, por não receberem tratamento adequado, também contribuí para o aumento de produção de insetos nocivos, como por exemplo, o borrachudo.

Em termos práticos, observa-se que a maioria dos suinocultores do estado do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, utilizam sistemas de produções que propiciam elevada produção de dejetos líquidos, ocasionado principalmente por vazamentos no sistema hidráulico, desperdício de água nos bebedouros e sistema de limpeza inadequados. A problemática se agrava devido a sistemas de armazenagem subdimensionados, infraestrutura de distribuição deficiente e pequena área agrícola para aplicação dos dejetos.

Objetivando minimizar essas questões, apresentamos neste trabalho, uma revisão dos principais assuntos relacionados ao emprego de dejetos suínos como fertilizante orgânico, tratamento e o uso de leito de cama como alternativa para o manejo de dejetos suínos.

## 1 Uso de dejetos como fertilizante

### 1.1 Produção de dejetos

Boa parte dos sistemas de produções de suínos existentes no sul do Brasil, propiciam elevada produção de dejetos líquidos, gerando problemas de manejo, armazenamento, distribuição e poluição ambiental. A concepção das edificações, alimentação, tipo de bebedouros, sistema de limpeza e manejo determinam, basicamente, as características e o volume total dos dejetos produzidos. Considerando esses aspectos, deve-se prever a instalação de bebedouros adequados, aquisição de equipamentos de limpeza de baixa vazão e alta pressão, construção de sistemas que escoem a água de desperdício dos bebedouros e de limpeza para sumidouros, evitem a entrada da água do telhado e das enxurradas nas calhas e esterqueiras.

A quantidade total de dejetos produzidos por um suíno em determinada fase de seu desenvolvimento, é um dado fundamental para o planejamento das instalações de coleta e estocagem, e definição dos equipamentos a serem utilizados para o transporte e distribuição do mesmo na lavoura. As quantidades de fezes e urina são afetadas por fatores zootécnicos (tamanho, sexo, raça e atividade), ambientais (temperatura e umidade) e dietéticos (digestibilidade, conteúdo de fibra e proteína).

A Tabela 1 apresenta a produção diária de dejetos de acordo com a categoria dos suínos.

**Tabela 1** — Produção média diária de dejetos nas diferentes fases produtivas dos suínos.

Categoria	Esterco(kg/dia)	Esterco + urina (Kg/dia)	Dejetos líquidos (litros/dia)
Suínos 25 a 100 kg	2,30	4,90	7,00
Porcas gestação	3,60	11,00	16,00
Porcas lactação + leitões	6,40	18,00	27,00
Cachaço	3,00	6,00	9,00
Leitões na creche	0,35	0,95	1,40
Média	2,35	5,80	8,60

Fonte: Adaptado de Oliveira ( 1993 ).

## 1.2 Quantidade de dejetos produzidos

Para determinar a quantidade de dejetos produzidos numa criação, sugere-se utilizar os dados médios de produção de dejetos líquidos diários apresentados na Tabela 1, considerando o número de suínos presentes nas diferentes fases produtivas ou elaborando a composição do rebanho, conforme a capacidade de alojamento da instalação e cronograma de produção.

Na Tabela 2, apresenta-se um exemplo de cálculo da quantidade de dejetos líquidos produzidos por uma criação com 44 matrizes em ciclo completo, utilizando-se cronograma de produção com 11 lotes de 4 matrizes, com intervalo de cobertura entre lotes de 14 dias.

Para a determinação do número de suínos presentes na criação utilizou-se os seguintes indicadores produtivos:

- 20 suínos terminados / porca / ano
- 2,2 partos / porca / ano
- 9,5 leitões desmamados / porca
- 9,2 leitões terminados / porca

Em que pese a forma mais adequada para calcular a quantidade de dejetos produzida numa granja seja o procedimento anterior, existem valores práticos que ajudam a estimar a produção diária de dejetos (Tabela 3) para os diferentes sistemas de produção de suínos.

O conteúdo de água é um dos fatores que mais afeta as características físico-químicas e a quantidade total de dejetos. Assim sendo, os valores de produção total dos dejetos de suínos somente poderão ser avaliados corretamente quando se considerar também o seu grau de diluição.

**Tabela 2** — Quantidade de dejetos líquidos de suínos produzidos por uma criação de 44 matrizes em ciclo completo, de acordo com a composição do rebanho.

Categoria	Nº animais/ categoria	Dejetos líquidos (litros/dia)	Total dejetos líquidos (litros/dia)
Porcas lactação	12	27	324
Porcas gestação	32	16	512
Cachaços	3	9	27
Leitões na creche	152	1,4	212,8
Suínos 25 a 100 kg	296	7	2.072
Total	495	—	3.147,8

**Tabela 3** — Quantidade estimada de dejetos líquidos de suínos produzidos diariamente de acordo com o sistema de produção.

Tipo sistema produção	Quantidade diária dejetos
Ciclo completo	85 litros / matriz
Unidade produção leitões (UPL)	45 litros / matriz
Terminador	9,0 litros / cabeça

### 1.3 Fatores a serem considerados no uso como fertilizante

O volume de dejetos produzidos por uma criação e a concentração de nutrientes no efluente são os aspectos básicos para se definir a melhor forma de utilização dos mesmos.

A utilização dos dejetos como adubo orgânico exige instalações, equipamentos e manejo adequado para torná-lo economicamente competitivo com o fertilizante mineral. Para essa análise, deve-se considerar a concentração de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) nos dejetos e o custo de distribuição que por sua vez está relacionado com a distância entre o depósito e a lavoura, velocidade de deslocamento (depende da topografia e condições do terreno), volume anual aplicado e o custo horário do trator mais o do sistema de distribuição. Além disso deve-se considerar aspectos ambientais tais como: disponibilidade de área, tipo de solo, distância de mananciais e dose de aplicação.

A Tabela 4, apresenta a composição média dos dejetos de suínos produzidos na unidade experimental da EMBRAPA Suínos e Aves, Concórdia – SC, em termos de NPK e seus correspondentes valores comerciais. No cálculo do valor dos nutrientes (NPK) utilizou-se como equivalente comparativo respectivamente uréia para o nitrogênio, super fosfato triplo e cloreto de potássio.

Assim, considera-se que 1 m<sup>3</sup> de dejetos líquido tenha um valor de R\$ 3,00 (Tabela 4) e que o custo horário de um trator de 75 cv com distribuidor com capacidade de 3,0 m<sup>3</sup>, seja de R\$ 13,00, a aplicação dos dejetos somente será viável economicamente, se o tempo de carregamento, deslocamento e distribuição dos

**Tabela 4** — Composição média dos dejetos suínos com matéria seca de 1,94% e valor equivalente dos mesmos em fertilizante mineral.

Nutrientes	Quantidade (kg/m <sup>3</sup> )	Valor / m <sup>3</sup> (R\$)
Nitrogênio	2,33	1,95
Fósforo	0,66	0,60
Potássio	0,90	0,45
Total	3,89	3,00

Fonte: EMBRAPA Suínos e Aves (1997)

dejetos na lavoura for menor que 45 minutos. Nessa análise foi computado somente o valor dos nutrientes dos dejetos. Entretanto a adubação orgânica proporciona melhorias nas condições físicas, químicas e biológicas do solo, que são difíceis de serem avaliadas.

#### 1.4 Dose de aplicação dos dejetos

A dose a ser aplicada depende da concentração dos nutrientes, tipo de solo, planta e proximidade do lençol freático. Sugere-se com base no Manual de Recomendações de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, e se necessário completar a adubação com fertilizantes minerais, adequar a dose a quantidade de nitrogênio presente, visando atender a necessidade da cultura de milho, parcelada em duas vezes.

A pesquisa ainda não possui dados definitivos, mas de forma preliminar sugere-se para a cultura de milho, dose de até 160 kg de nitrogênio / ha ( $\pm 60 \text{ m}^3$  de dejetos), parcelada em duas vezes e para as culturas de estação fria dose de  $15 \text{ m}^3$  / ha. Nessa área há necessidade de mais pesquisa para verificar-se o comportamento dos nutrientes no solo e níveis de nitrato na água, visando ter-se mais segurança na indicação de doses de esterco para diferentes tipos de solo.

Desta forma, considerando-se os valores acima, uma criação de 44 matrizes ciclo completo ( $\pm 3,74 \text{ m}^3$  / dia), utilizando-se uma dose de  $60 \text{ m}^3$  / ha / ano, necessita-se aproximadamente de uma área de 22,7 ha. Outras situações são apresentadas na Tabela 5.

Assim, para cada granja deve-se realizar um estudo considerando volume de dejetos produzidos, estrutura de estocagem, distribuição, número de viagens ou sistema de aspersão, disponibilidade de área, dose de aplicação e valor dos dejetos em NPK, para definir a melhor forma de utilização dos dejetos.

#### 1.5 Sistema de estocagem

Os dejetos líquidos de suínos podem ser armazenados em esterqueiras de alvenaria com estruturas de concreto ou em depósitos revestidos com manta plástica



**Tabela 5** — Estimativa de produção dos dejetos de suínos e área necessária para recebimento como fertilizante de acordo com o número de matrizes.

Nº matrizes e / ou cabeças	Sistema produção	Produção m <sup>3</sup> / dia	Produção m <sup>3</sup> / mês	Área necessária (ha)
25	C. completo	2,12	63,6	12,7
100	C. completo	8,5	255	51
50	UPL	2,25	67,5	13,5
100	UPL	4,5	135	27
200	Terminador	1,80	54	10,8
400	Terminador	3,60	108	21,6

de 0,5 mm de espessura. O tempo mínimo de estocagem recomendado para esses sistemas é de 120 dias.

As esterqueiras de alvenaria são recomendadas em situações onde o terreno apresenta pedregosidade e/ou cascalho e lençol freático superficial. Elas podem ser construídas em formato retangular, quadrado e circular. As de formato circular apresentam menor custo de armazenagem que as quadradas e essas menor que as retangulares, porque para o mesmo volume estocado necessitam respectivamente, de menor área construída. Para evitar infiltração nas esterqueiras deve-se construir sistema de drenagem, principalmente em terreno onde o lençol freático for superficial.

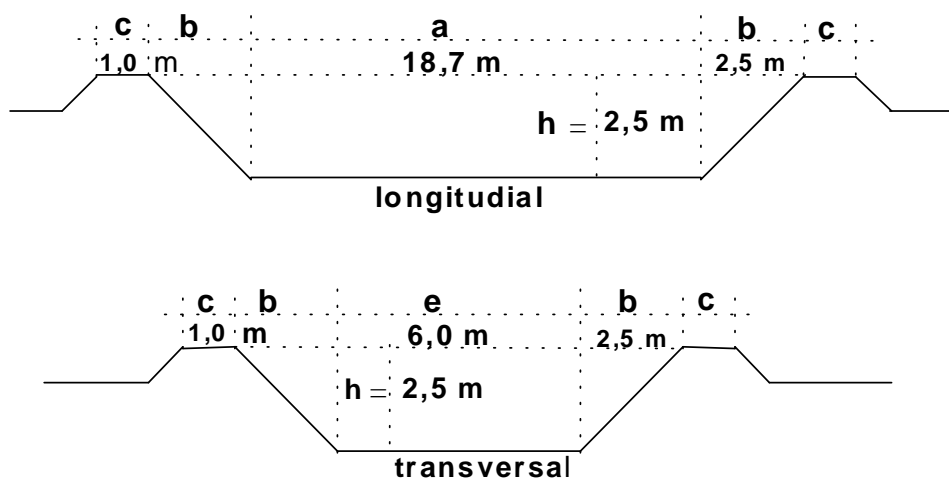
Os depósitos revestidos com manta plástica devem ser construídos considerando-se uma relação de 1:1, entre a profundidade e a inclinação do talude, conforme a Figura 1. Em terreno com presença de pedra ou cascalho, no leito e nas paredes do depósito, deve-se colocar uma camada de 0,10 m de terra, para evitar rompimento da manta plástica.

A figura 1, apresenta os desenhos esquemáticos de um depósito de dejetos líquidos dimensionado para uma criação de 44 matrizes, ciclo completo ( $\pm 3,74$  m<sup>3</sup>/dia), tempo de retenção hidráulico de 120 dias e estocagem de 449 m<sup>3</sup>.

Na Tabela 6, apresenta-se as dimensões em metros e a relação entre a profundidade e inclinação do talude, indicadas na Figura 1, de acordo com a capacidade de estocagem.

## 2 Tratamento de dejetos suínos

Um dos problemas no manejo de dejetos de suínos é o alto grau de diluição, ocasionando principalmente por vasamentos no sistema hidráulico, desperdício de água nos bebedouros e sistema de limpeza inadequados. Para viabilizar o uso dos dejetos como adubo orgânico é necessário reduzir o volume a ser destinado a lavoura e aumentar a concentração de nutrientes por unidade de volume.



**Figura 1** — Corte esquemático de uma esterqueira para estocagem de dejetos

**Tabela 6** — Dimensões (em m) e relação entre a profundidade e inclinação do talude recomendadas para as esterqueiras e lagoas de acordo com a capacidade de estocagem.

Capacidade estocagem (m <sup>3</sup> )	Dimensões em metros				
	a	b	c	e	h
449	18,7	2,5	1,0	6,0	2,5
378	25	2,0	1,0	5,0	2,0
309	26	1,5	1,0	6,0	1,5
240	18	2,0	1,0	4,0	2,0
180	17	1,5	1,0	5,0	1,5
119	13	1,5	1,0	4,0	1,5

A EMBRAPA Suínos e Aves está desenvolvendo pesquisa de sistemas capazes de equacionar o aproveitamento e tratamento de dejetos suínos. Estes estudos, sugerem a separação das frações sólida e líquida dos dejetos, via decantador, com aproveitamento da primeira como fertilizante e tratamento da fração líquida. O sistema de tratamento recomendado é a combinação de um decantador de fluxo ascendente com lagoas de estabilização anaeróbias, facultativas e aguapés. Uma lagoa de alta taxa de degradação também pode ser utilizada como processo de remoção de nutrientes, especialmente de nitrogênio e fósforo.

## **2.1 Caracterização dos dejetos**

O sistema de produção utilizado em cada granja é que define o grau de diluição dos dejetos e suas características físico-químicas. Portanto, antes de dimensionar um sistema de tratamento de dejetos de suínos, deve-se realizar um diagnóstico preciso da granja, considerando principalmente a forma de arraçoamento, tipos de bebedouros, manejo e sistema de limpeza. Esses fatores, basicamente, determinam as características e o volume total dos dejetos produzidos. Baseado nesse diagnóstico e com auxílio do método de densímetro estima-se o teor de matéria seca dos dejetos.

Na Tabela 7, apresenta-se concentrações médias dos diferentes constituintes do dejetos líquido de suínos.

A Tabela 8, apresenta os valores estimados das principais características do dejetos líquido de suínos em função de seu teor de matéria seca, (valores de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O conforme Tabela 7, sistema de produção ciclo completo).

Na Tabela 9, descreve-se um exemplo de caracterização dos dejetos líquidos de suínos produzidos por uma criação com 44 matrizes em ciclo completo, com teor de matéria seca entre 2 e 3%, de acordo com a Tabela 8.

## **2.2 Tratamento preliminar**

### **2.2.1 Decantador de Fluxo Ascendente**

Esse equipamento pode ser utilizado para separar a parte sólida da parte líquida dos dejetos de suínos, aumentando a eficiência dos processos subsequentes e valorizando o material resultante (o lodo) para uso como adubo orgânico. O decantador remove aproximadamente 50% do material sólido dos dejetos, num volume em torno de 15% do total dos dejetos líquidos produzidos por uma criação.

**Tabela 7** — Estimativa das concentrações dos diferentes constituintes do dejetos líquido de suínos em função de sua densidade, temperatura de 15°C, de acordo com o sistema de produção.

Densidade	Ciclo completo					Terminação				
	%					%				
	M.S.	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	NH <sub>4</sub>	M.S.	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	NH <sub>4</sub>
1006	1,08	0,21	0,07	0,12	0,15	1,14	0,30	0,07	0,17	0,20
1008	1,49	0,23	0,10	0,13	0,17	1,53	0,31	0,11	0,18	0,21
1010	1,9	0,25	0,13	0,15	0,18	1,92	0,33	0,15	0,20	0,22
1012	2,31	0,28	0,17	0,17	0,19	2,31	0,35	0,18	0,21	0,23
1014	2,72	0,30	0,20	0,18	0,20	2,70	0,37	0,22	0,23	0,23
1016	3,13	0,23	0,24	0,20	0,21	3,09	0,39	0,25	0,24	0,24
1018	3,54	0,35	0,27	0,22	0,22	3,48	0,41	0,29	0,26	0,25
1020	3,95	0,37	0,31	0,23	0,24	3,87	0,43	0,33	0,27	0,26
1022	4,36	0,39	0,34	0,25	0,25	4,25	0,44	0,36	0,29	0,27
1024	4,77	0,42	0,37	0,26	0,26	4,84	0,46	0,40	0,30	0,28
1026	5,18	0,44	0,41	0,28	0,27	5,03	0,48	0,44	0,32	0,29
1028	5,59	0,46	0,44	0,30	0,29	5,42	0,50	0,47	0,33	0,30
1030	6,00	0,49	0,48	0,31	0,30	5,81	0,52	0,51	0,35	0,31
1032	6,41	0,51	0,51	0,33	0,31	6,20	0,54	0,55	0,36	0,32
1034	6,81	0,53	0,55	0,34	0,32	6,59	0,56	0,58	0,38	0,33
1036	7,22	0,55	0,58	0,36	0,33	6,98	0,57	0,62	0,39	0,34
1038	7,63	0,58	0,61	0,38	0,34	7,37	0,59	0,66	0,41	0,35
1040	8,04	0,60	0,65	0,39	0,36	7,76	0,61	0,69	0,42	0,36

Fonte: C.E.M.A.G.R.E.F., Groupment de Rennes, 17, Avenue de Cucilé, B.P. 1312, 35016 Rennes Cedex, France, citado por OLIVEIRA (1993).

**Tabela 8** — Características de dejetos líquido de suínos em função de seu teor de matéria seca.

Grau diluição	M.S.(%)	DBO <sub>5</sub> *(mg/l)	N(%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O(%)
Concentrado	5–6	40.000	0,49	0,48	0,31
semiconcentrado	4–5	33.000	0,44	0,41	0,28
semidiluído	3–4	27.000	0,37	0,31	0,23
diluído	2–3	21.000	0,31	0,23	0,19
muito diluído	<2	15.000	0,26	0,14	0,16

\* DBO<sub>5</sub> Demanda bioquímica de oxigênio

**Tabela 9** — Características dos dejetos líquidos de suínos produzidos por uma criação com 44 matrizes em ciclo completo, com teor de matéria seca entre 2 e 3%.

Variáveis	Quantidade (mg/l)
Sólidos totais (M.S.)	25.000
DBO <sub>5</sub>	21.000
Nitrogênio	3.100
Fósforo	2.300
Potássio	1.900

Para obter-se a quantidade de nitrogênio na unidade mg/l, utiliza-se o valor em percentagem de nitrogênio. Exemplo: 0,31%, representa 0,31 kg de nitrogênio em 100 l ou 3,10 g/l ou 3.100 mg/l.

### 2.2.2 Dimensionamento do decantador

Para o dimensionamento do decantador de fluxo ascendente ou de palhetas utilizamos a equação adaptada de Merkel (1981) e de Green & Kramer (1979), citado por OLIVEIRA (1993), como segue:

$$A = \frac{Q}{V_s}$$

Onde:

A = área do tanque (m<sup>2</sup>)

Q = vazão do efluente (m<sup>3</sup> / hora), obtida da quantidade de dejetos produzidos diariamente por uma criação e do número de horas / dia a serem trabalhadas com o decantador.

V<sub>s</sub> = velocidade de sedimentação (m/h), com variação de 0,1 a 0,3 m/h.

Exemplificando, uma criação de suínos com 44 matrizes em ciclo completo produz 3,74 m<sup>3</sup> / dia de dejetos, operando-se o decantador 9,0 horas / dia, isso resulta numa vazão do efluente = 0,41 m<sup>3</sup> / hora, sendo:

$$A = \frac{0,41 \text{ m}^3/\text{h}}{0,2 \text{ m/h}} = 2,05 \text{ m}^2$$

A = área do tanque (m<sup>2</sup>)

Q = vazão do efluente (m<sup>3</sup>/hora)

V<sub>s</sub> = para efeito de cálculo utiliza-se média de 0,2 m/h.

O comprimento e a largura do tanque deve obedecer a relação  $L = 0,30 C$ , sendo L a largura e C o comprimento. A profundidade do tanque de decantação deve ser maior que 1,00 m, segundo Taiganides (1977) citado por OLIVEIRA (1993).

### 2.2.3 Construção do decantador

O decantador deve ser construído de alvenaria com dois reservatórios de mesmo tamanho e uma parte central de menor profundidade, com base inclinada, dividida proporcionalmente por parede(s) que possibilita(m) a passagem do efluente. Os reservatórios do decantador também podem ser construídos utilizando-se manilhas (bueiros) de concreto. A base dos reservatórios deverá ser em forma de cone para facilitar o escoamento do lodo. Para cada tubulação de saída dos reservatórios deve-se colocar um registro. Quando possível o decantador deverá ser localizado onde possa ser abastecido por gravidade e construído sem necessidade de estruturas de cimento armado (colunas, vigas e lajes pré-moldadas ou de concreto).

A Figura 2, apresenta um desenho esquemático de um decantador de fluxo ascendente, modelo adaptado de Weller & Willetts (1977), com área útil de 2,0 m<sup>2</sup>, maiores detalhes anexo 2.

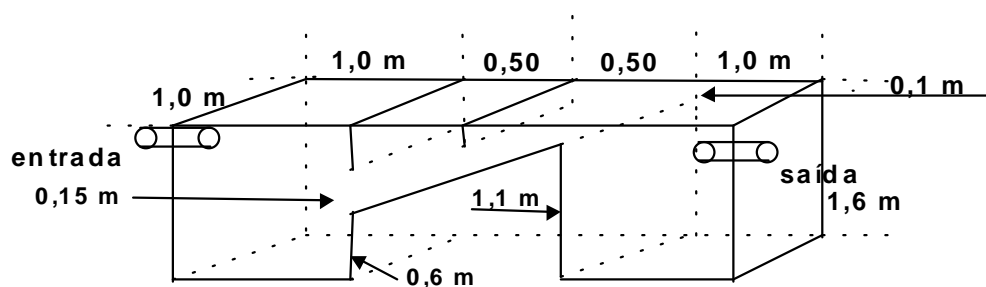


Figura 2 — Desenho esquemático decantador

### 2.2.4 Operacionalização do decantador

Há necessidade de uma caixa para homogeneização dos dejetos líquidos proveniente das calhas, com capacidade para armazenar certa quantidade do volume dos dejetos líquidos produzidos diariamente pela criação.

O decantador deverá ser carregado todos os dias. O material sobrenadante e o lodo também deverão ser removidos diariamente, ou no máximo em dias alternados.

Para carregar o decantador, abre-se a(s) calha(s) da instalação e deixa-se os dejetos escoar, até completar o nível do decantador e da caixa de homogeneização. De acordo com os dados obtidos na unidade experimental da EMBRAPA Suínos e Aves (1996), a maior eficiência do decantador na remoção dos sólidos totais, carga orgânica e nutrientes do efluente, ocorre quando o mesmo trabalha numa vazão de 15 a 20 litros / minutos (0,90 a 1,2 m<sup>3</sup> / hora). Para controlar a vazão de trabalho do decantador há necessidade de ter-se um registro de entrada na caixa de homogeneização e outro no decantador.

Para retirar o lodo depositado no fundo dos (dois) compartimentos, abre-se um dos registros e deixa-se o material mais sólido escoar, após repete-se o procedimento

para o outro. A retirada do material sobrenadante pode ser realizada com auxílio de uma pá perfurada.

O lodo removido pelo decantador representa em torno de 15% do volume total dos dejetos líquidos produzidos, esse percentual pode ser usado como referência para dimensionar o reservatório do lodo.

A Tabela 10, apresenta a eficiência média do decantador na remoção da carga orgânica e nutrientes dos dejetos líquidos de suínos, obtida na unidade experimental da EMBRAPA Suínos e Aves.

**Tabela 10** — Eficiência do decantador na remoção da carga orgânica e nutrientes dos dejetos líquidos de suínos.

Variáveis	Eficiência (%)
Sólidos totais (M.S.)	48
DBO <sub>5</sub>	40
Nitrogênio	16
Fósforo	39
Potássio	mesma concentração
Coliformes fecais	27

Fonte: EMBRAPA Suínos e Aves (1996)

A capacidade de remoção dos sólidos totais do decantador varia de 40 a 60%.

A Tabela 11, apresenta a composição média do lodo obtido no decantador de fluxo ascendente da unidade experimental da EMBRAPA Suínos e Aves e valor do mesmo em equivalente fertilizante mineral.

**Tabela 11** — Composição média do lodo obtido no decantador de fluxo ascendente e valor equivalente dos nutrientes em fertilizante mineral.

Nutrientes	Lodo (kg/m <sup>3</sup> )	Equivalente adubo mineral (kg)	Valor/m <sup>3</sup> (R\$)
Nitrogênio	3,20	7,11 uréia	2,70
Fósforo	4,98	11,85 SFT	4,50
Potássio	1,10	1,83 Kcl	0,50
Total	9,28	20,79	7,70

Fonte: EMBRAPA Suínos e Aves (1996)

## 2.3 Tratamento primário

### 2.3.1 Lagoas anaeróbias

A principal função dessas lagoas é reduzir a carga orgânica do efluente. As lagoas devem ter em torno de 2,2 m de profundidade útil e uma relação de comprimento

x largura de 2 a 3:1, devendo serem dimensionadas em função da carga orgânica (DBO<sub>5</sub>) e tempo de retenção hidráulica. A profundidade em torno de 2,2 m é fundamental para o desenvolvimento das bactérias anaeróbias. O tempo de retenção hidráulica deve ficar entre 30 a 40 dias. Para dejetos de suínos a DBO<sub>5</sub> depende da concentração dos dejetos no efluente e da categoria animal que está produzindo os mesmos. A vazão diária dos dejetos líquidos depende da quantidade de fezes, urina e água “produzida” pela criação. Para reduzir a DBO<sub>5</sub> do efluente em níveis razoáveis, há necessidade do efluente passar por duas lagoas de estabilização anaeróbias.

Na Tabela 12, apresenta-se valores estimados de sólidos totais, DBO<sub>5</sub> e nutrientes do efluente (material mais líquidos que sai do decantador), considerando o exemplo de caracterização dos dejetos líquidos de suínos produzidos por uma criação com 44 matrizes em ciclo completo, com teor de matéria seca entre 2 a 3% (Tabelas 9) e os percentuais de eficiência do decantador citados na Tabela 10.

**Tabela 12** — Valores estimados de sólidos totais, DBO<sub>5</sub> e nutrientes do efluente do decantador de fluxo ascendente.

Variáveis	Valores afluente (mg/l)	Eficiência decantador (%)	Valores efluente (mg/l)
Sólidos totais (M.S.)	25.000	48	13.000
DBO <sub>5</sub>	21.000	40	12.600
Nitrogênio	3.100	16	2.604
Fósforo	2.300	39	1.403

### 2.3.2 Dimensionamento das lagoas anaeróbias

#### A) - Dimensionamento da primeira lagoa anaeróbia

A seguir será desenvolvido um exemplo para uma criação de 44 matrizes em ciclo completo, considerando os seguintes dados:

Vazão do afluente (Q) = 3,74 m<sup>3</sup> / dia

DBO<sub>5</sub> do afluente (S<sub>O</sub>) = 12.600 mg / l ou 12,6 kg / m<sup>3</sup>

Carga volumétrica aceitável (CV) = 0,3 kg DBO<sub>5</sub> / m<sup>3</sup> / dia

Constante de degradação (K) = 0,12

#### 1. Cálculo da carga aplicada (L)

$$L = S_O \times Q \quad L = 12,6 \text{ kg / m}^3 \times 3,74 \text{ m}^3 / \text{dia} = 47,12 \text{ kg DBO}_5 / \text{dia}$$

onde:

L = carga aplicada na lagoa (kg DBO<sub>5</sub>/ dia)

S<sub>O</sub> = DBO<sub>5</sub> do afluente, em kg/m<sup>3</sup>

Q = Vazão do afluente, em m<sup>3</sup>/dia



2. Estimativa do volume requerido para lagoa (V)

$$V = \frac{L}{C_v} \quad V = \frac{47,12 \text{ Kg DBO}_5/\text{dia}}{0,3 \text{ Kg DBO}_5/\text{m}^3/\text{dia}} = 157,06 \text{ m}^3$$

onde:

V = volume requerido para lagoa, em m<sup>3</sup>

L = carga aplicada na lagoa (kg DBO<sub>5</sub> / dia)

C<sub>v</sub> = Carga volumétrica aceitável (kg DBO<sub>5</sub> / m<sup>3</sup> / dia)

3. Estimativa de área média requerida para lagoa (A)

$$A = \frac{V}{P} \quad A = \frac{157,06 \text{ m}^3}{2,2 \text{ m}} = 71,39 \text{ m}^2$$

onde:

A = área média requerida para lagoa, em m<sup>2</sup>

V = volume requerido para lagoa, em m<sup>3</sup>

P = profundidade útil, em m

Para armazenar o volume de 157,06 m<sup>3</sup> a lagoa deve possuir as características da Figura 1, com as seguintes dimensões: profundidade útil = 2,2 m; largura inferior = 3,5 m, largura superior = 7,90 m; comprimento inferior = 10,4 m e comprimento superior = 14,80 m.

4. Estimativa do tempo de retenção hidráulico (T<sub>R</sub>)

$$T_R = \frac{V}{Q} \quad T_R = \frac{157,06 \text{ m}^3}{3,74 \text{ m}^3/\text{dia}} = 41,99 \text{ dias}$$

onde:

T<sub>R</sub> = tempo de retenção hidráulico, em dias

V = volume requerido para lagoa, em m<sup>3</sup>

Q = Vazão do afluente, em m<sup>3</sup> / dia

5. Cálculo da DBO<sub>5</sub> do efluente (S)

$$S = \frac{S_0}{(1 + K \times T_R)} \quad S = \frac{12.600 \text{ mg/l}}{(1 + 0,12/\text{dia} \times 41,99 \text{ dias})} = 2.086,50 \text{ mg/l}$$

onde:

S = DBO<sub>5</sub> do efluente, em mg / l

T<sub>R</sub> = tempo de retenção hidráulico, em dias

S<sub>0</sub> = DBO<sub>5</sub> do afluente, em mg / l

K = Constante de degradação (0,12)

6. Estimativa da eficiência de remoção da DBO<sub>5</sub> (E)

$$E = \frac{(S_0 - S) \times 100}{S_0} \quad E = \frac{(12.600 \text{ mg/l} - 2.086,50 \text{ mg/l}) \times 100}{12.600 \text{ mg/l}} = 83,44\%$$

onde:

E = Estimativa da eficiência de remoção da DBO<sub>5</sub>, em%

S = DBO<sub>5</sub> do efluente, em mg/l

S<sub>0</sub> = DBO<sub>5</sub> do afluente, em mg/l

Na Tabela 13, apresenta-se valores médios de eficiência da primeira lagoa anaeróbia na remoção da carga orgânica e nutrientes dos dejetos oriundos do decantador, obtidos na unidade experimental da EMBRAPA Suínos e Aves.

**Tabela 13** — Eficiência média da primeira lagoa anaeróbia na remoção da carga orgânica e nutrientes dos dejetos oriundos do decantador, com tempo de retenção hidráulico de 35 dias.

Variáveis	Eficiência (%)
Sólidos totais ( M.S. )	51
DBO <sub>5</sub>	80
Nitrogênio	25
Fósforo	60
Coliformes fecais	97,7

Fonte: EMBRAPA suínos e Aves (1996)

Na Tabela 14, apresenta-se valores estimados de DBO<sub>5</sub> e nutrientes do efluente da primeira lagoa anaeróbia, considerando o valor de eficiência na remoção de DBO<sub>5</sub> obtida no exemplo e o percentual de eficiência de remoção de nitrogênio e fósforo, conforme Tabela 13.

**Tabela 14** — Valores estimados de DBO<sub>5</sub> e nutrientes do efluente da primeira lagoa anaeróbia.

Variáveis	Valores afluente (mg/l)	Eficiência 1ª lagoa anaeróbia(%)	Valores efluente (mg/l)
DBO <sub>5</sub>	12.600	83,44	2.086,50
Nitrogênio	2.604	25	1.953
Fósforo	1403	60	561,2

**B)** - Dimensionamento da segunda lagoa anaeróbia baseado nos seguintes dados:

Vazão do afluente (Q) = 3,74 m<sup>3</sup> / dia

DBO<sub>5</sub> do afluente (S<sub>O</sub>) = 2.086,50 mg / l ou 2,08 kg / m<sup>3</sup>  
Carga volumétrica aceitável (C<sub>V</sub>) = 0,3 kg DBO<sub>5</sub> / m<sup>3</sup> / dia  
Constante de degradação (K) = 0,08

1. Cálculo da carga aplicada (L)

$$L = S_O \times Q \quad L = 2,08 \text{Kg/m}^3 \times 3,74 \text{m}^3/\text{dia} = 7,77 \text{KgDBO}_5/\text{dia}$$

onde:

L = carga aplicada na lagoa (kg DBO<sub>5</sub> / dia)

S<sub>O</sub> = DBO<sub>5</sub> do afluente, em kg / m<sup>3</sup>

Q = Vazão do afluente, em m<sup>3</sup> / dia

2. Estimativa do volume requerido para lagoa (V)

$$V = \frac{L}{C_V} \quad V = \frac{7,77 \text{ kg DBO}_5/\text{dia}}{0,3 \text{ kg DBO}_5/\text{m}^3/\text{dia}} = 25,90 \text{m}^3$$

onde:

V = volume requerido para lagoa, em m<sup>3</sup>

L = carga aplicada na lagoa (kg DBO<sub>5</sub> / dia)

C<sub>V</sub> = Carga volumétrica aceitável (kg DBO<sub>5</sub> / m<sup>3</sup> / dia)

3. Estimativa do tempo de retenção hidráulico (T<sub>R</sub>)

$$T_R = \frac{V}{Q} \quad T_R = \frac{25,90 \text{ m}^3}{3,74 \text{ m}^3/\text{dia}} = 6,92 \text{dias}$$

onde:

T<sub>R</sub> = tempo de retenção hidráulico, em dias

V = volume requerido para lagoa, em m<sup>3</sup>

Q = Vazão do afluente, em m<sup>3</sup> / dia

**Obs:** Este valor é considerado baixo, para aumentar a eficiência de remoção da carga orgânica do efluente sugere-se utilizar um tempo de retenção hidráulico próximo ao da primeira lagoa anaeróbia, 35 dias.

4. Estimativa do volume requerido da lagoa (V), considerando tempo maior de retenção hidráulico.

$$V = T_R \times Q \quad V = 35 \text{dias} \times 3,74 \text{m}^3/\text{dia} = 130,90 \text{m}^3$$

onde:

T<sub>R</sub> = tempo de retenção hidráulico, em dias

V = volume requerido para lagoa, em m<sup>3</sup>

Q = Vazão do afluente, em m<sup>3</sup> / dia

5. Estimativa de área média requerida para lagoa (A)

$$A = \frac{V}{P} \quad A = \frac{130,90 \text{ m}^3}{2,2 \text{ m}} = 59,50 \text{ m}^2$$

onde:

A = área média requerida para lagoa, em m<sup>2</sup>

V = volume requerido para lagoa, em m<sup>3</sup>

P = profundidade útil, em m

Para armazenar o volume de 130,90 m<sup>3</sup> a lagoa deve possuir as características da Figura 1, com as seguintes dimensões: profundidade útil = 2,2 m; largura inferior = 3,0 m, largura superior = 7,4 m; comprimento inferior = 9,30 m e comprimento superior = 13,70 m.

6. Cálculo da DBO<sub>5</sub> do efluente (S)

$$S = \frac{S_0}{(1 + K \times T_R)} \quad S = \frac{2.086,50 \text{ mg/l}}{(1 + 0,08/\text{dia} \times 35 \text{ dias})} = 549,07 \text{ mg/l}$$

onde:

S = DBO<sub>5</sub> do efluente, em mg / l

T<sub>R</sub> = tempo de retenção hidráulico, em dias

S<sub>0</sub> = DBO<sub>5</sub> do afluente, em mg / l

K = Constante de degradação (0,08)

7. Estimativa da eficiência de remoção da DBO<sub>5</sub> (E)

$$E = \frac{(S_0 - S) \times 100}{S_0} \quad E = \frac{(2.086,50 \text{ mg/l} - 549,07 \text{ mg/l}) \times 100}{2.086,50 \text{ mg/l}} = 73,68\%$$

onde:

E = Estimativa da eficiência de remoção da DBO<sub>5</sub>, em %

S = DBO<sub>5</sub> do efluente, em mg / l

S<sub>0</sub> = DBO<sub>5</sub> do afluente, em mg / l

Na Tabela 15, apresenta-se valores médios de eficiência da segunda lagoa anaeróbia na remoção da carga orgânica e nutrientes dos dejetos oriundos da primeira lagoa, obtidos na unidade experimental da EMBRAPA Suínos e Aves.

Na Tabela 16, apresenta-se valores estimados de DBO<sub>5</sub> e nutrientes do efluente da segunda lagoa anaeróbia, considerando o valor de eficiência na remoção de DBO<sub>5</sub> obtida no exemplo e o percentual de eficiência de remoção de nitrogênio e fósforo, conforme Tabela 15.

**Tabela 15** — Eficiência da segunda lagoa anaeróbia na remoção da carga orgânica e nutrientes dos dejetos oriundos da 1ª lagoa, com tempo de retenção hidráulico de 46 dias.

Variáveis	Eficiência (%)
Sólidos totais (M.S.)	27
DBO <sub>5</sub>	64
Nitrogênio	25
Fósforo	42
Coliformes fecais	97.5

Fonte: EMBRAPA suínos e Aves (1996).

**Tabela 16** — Valores estimados de DBO<sub>5</sub> e nutrientes do efluente da segunda lagoa anaeróbia.

Variáveis	Valores afluente (mg/l)	Eficiência 2ª lagoa anaeróbia (%)	Valores efluente (mg/l)
DBO <sub>5</sub>	2.086,50	73,68	549,07
Nitrogênio	1.953	25	1.464,75
Fósforo	561,2	42	325,49

## 2.4 Tratamento secundário

### 2.4.1 Lagoas facultativas:

Essas lagoas têm por finalidade auxiliarem o processo de remoção da carga orgânica e nutrientes do efluente. As lagoas devem ter em torno de 1,0 m de profundidade útil, devendo serem dimensionadas com base na carga superficial e tempo de retenção hidráulico. A profundidade dessas lagoas favorece o desenvolvimento dos microrganismos vegetais (algas), mas também propicia certa condição para o desenvolvimento das bactérias anaeróbias.

### 2.4.2 Dimensionamento lagoa facultativa baseado nos seguintes dados:

Vazão do afluente (Q) = 3,74 m<sup>3</sup> / dia

DBO<sub>5</sub> do afluente (S<sub>0</sub>) = 549,07 mg / l ou 0,54 kg / m<sup>3</sup>

Carga superficial aceitável (C<sub>s</sub>) = 152 kg DBO<sub>5</sub> / 10.000 m<sup>2</sup> / dia

Constante de degradação (K) = 0,06

#### 1. Cálculo da carga aplicada (L)

$$L = S_0 \times Q \quad L = 0,54 \text{ kg/m}^3 \times 3,74 \text{ m}^3/\text{dia} = 2,01 \text{ kg DBO}_5/\text{dia}$$

onde:

L = carga aplicada na lagoa (kg DBO<sub>5</sub> / dia)

S<sub>0</sub> = DBO<sub>5</sub> do afluente, em kg / m<sup>3</sup>

Q = Vazão do afluente, em m<sup>3</sup> / dia

2. Estimativa de área média requerida da lagoa (A)

$$A = \frac{L}{C_s} \quad A = \frac{2,01 \text{ kg DBO}_5/\text{dia}}{152 \text{ kg DBO}_5/10.000 \text{ m}^2/\text{dia}} = 132,23\text{m}^2$$

onde:

A = área média requerido para lagoa, em m<sup>2</sup>

L = carga aplicada na lagoa (kg DBO<sub>5</sub> / dia)

C<sub>v</sub> = Carga superficial aceitável (kg DBO<sub>5</sub> / 10.000 m<sup>2</sup> / dia)

3. Estimativa do volume requerido da lagoa (V)

$$V = P \times A \quad V = 1,0\text{m} \times 132,23\text{m}^2 = 132,23\text{m}^3$$

onde:

V = volume requerido da lagoa, em m<sup>3</sup>

A = área média requerida da lagoa, m<sup>2</sup>

P = profundidade útil, em m

Para armazenar o volume de 132,23 m<sup>3</sup> a lagoa deve possuir as características da Figura 1, com as seguintes dimensões: profundidade útil = 1,0 m; largura inferior = 5,5 m, largura superior = 7,5 m; comprimento inferior = 19,40 m e comprimento superior = 21,40 m.

4. Estimativa do tempo de retenção hidráulico (T<sub>R</sub>)

$$T_R = \frac{V}{Q} \quad T_R = \frac{132,23 \text{ m}^3}{3,74 \text{ m}^3/\text{dia}} = 35,35\text{dias}$$

onde:

T<sub>R</sub> = tempo de retenção hidráulico, em dias

V = volume requerido para lagoa, em m<sup>3</sup>

Q = Vazão do afluente, em m<sup>3</sup> / dia

5. Cálculo da DBO<sub>5</sub> do efluente (S)

$$S = \frac{S_0}{(1 + K \times T_R)} \quad S = \frac{549,07 \text{ mg/l}}{(1 + 0,06/\text{dia} \times 35,35 \text{ dias})} = 175,92\text{mg/l}$$

onde:

S = DBO<sub>5</sub> do efluente, em mg / l

T<sub>R</sub> = tempo de retenção hidráulico, em dias

S<sub>0</sub> = DBO<sub>5</sub> do afluente, em mg / l

K = Constante de degradação (0,06)

6. Estimativa da eficiência de remoção da DBO<sub>5</sub> (E)

$$E = \frac{(S_0 - S) \times 100}{S_0} \quad E = \frac{(549,07 \text{ mg/l} - 175,92 \text{ mg/l}) \times 100}{549,07 \text{ mg/l}} = 67,96\%$$

onde:

E = Estimativa da eficiência de remoção da DBO<sub>5</sub>, em %

S = DBO<sub>5</sub> do efluente, em mg / l

S<sub>0</sub> = DBO<sub>5</sub> do afluente, em mg / l

Na Tabela 17, apresenta-se valores médios de eficiência da primeira lagoa facultativa na remoção da carga orgânica e nutrientes dos dejetos oriundos da segunda lagoa anaeróbia, obtidos na unidade experimental da EMBRAPA Suínos e Aves.

**Tabela 17** — Eficiência da primeira lagoa facultativa na remoção da carga orgânica e nutrientes dos dejetos oriundos 2ª lagoa anaeróbia, com tempo de retenção hidráulico de 24 dias

Variáveis	Eficiência (%)
Sólidos totais (M.S.)	42
DBO <sub>5</sub>	42
Nitrogênio	65
Fósforo	35
Coliformes fecais	97,3

Fonte: EMBRAPA Suínos e Aves (1996)

Na Tabela 18, apresenta-se valores estimados de DBO<sub>5</sub> e nutrientes do efluente da primeira lagoa facultativa, considerando o valor de eficiência na remoção de DBO<sub>5</sub> obtida no exemplo e o percentual de eficiência de remoção de nitrogênio e fósforo, conforme Tabela 17.

**Tabela 18** — Valores estimados de DBO<sub>5</sub> e nutrientes do efluente da primeira lagoa facultativa.

Variáveis	Valores afluente (mg/l)	Eficiência 1ª lagoa facultativa (%)	Valores efluente (mg/l)
DBO <sub>5</sub>	549,07	67,96	175,92
Nitrogênio	1.464,75	65	512,66
Fósforo	325,49	35	211,56

## 2.5 Tratamento terciário

### 2.5.1 Lagoas de aguapés

Essas lagoas são boas alternativas para a remoção de nitrogênio e fósforo do efluente. As lagoas devem ter em torno de 1,0 m de profundidade útil e não serem muito largas tendo em vista o trabalho de retirada da vegetação. Recomenda-se retirar em torno de 1/3 da vegetação quando essa atingir 100% da área de superfície das lagoas.

### 2.5.2 Dimensionamento lagoa de aguapés

baseado nos seguintes dados:

Vazão do afluente ( $Q$ ) =  $3,74 \text{ m}^3 / \text{dia}$

DBO<sub>5</sub> do afluente ( $S_0$ ) =  $175,92 \text{ mg / l}$  ou  $0,17 \text{ kg / m}^3$

Carga superficial aceitável ( $C_s$ ) =  $152 \text{ kg DBO}_5 / 10.000 \text{ m}^2 / \text{dia}$

Constante de degradação ( $K$ ) =  $0,06$

#### 1. Cálculo da carga aplicada ( $L$ )

$$L = S_0 \times Q \quad L = 0,17 \text{ kg/m}^3 \times 3,74 \text{ m}^3 / \text{dia} = 0,63 \text{ kg DBO}_5 / \text{dia}$$

onde:

$L$  = carga aplicada na lagoa (kg DBO<sub>5</sub> / dia)  $S_0$  = DBO<sub>5</sub> do afluente, em kg / m<sup>3</sup>

$Q$  = Vazão do afluente, em m<sup>3</sup> / dia

#### 2. Estimativa de área média requerida da lagoa ( $A$ )

$$A = \frac{L}{C_s}$$

$$A = \frac{0,63 \text{ kg DBO}_5 / \text{dia}}{152 \text{ kg DBO}_5 / 10.000 \text{ m}^2 / \text{dia}} = 41,44 \text{ m}^2$$

onde:

$A$  = área média requerido para lagoa, em m<sup>2</sup>

$L$  = carga aplicada na lagoa (kg DBO<sub>5</sub> / dia)

$C_v$  = Carga superficial aceitável (kg DBO<sub>5</sub> / 10.000 m<sup>2</sup> / dia)

#### 3. Estimativa do volume requerido da lagoa ( $V$ )

$$V = P \times A \quad V = 1,0 \text{ m} \times 41,44 \text{ m}^2 = 41,44 \text{ m}^3$$

onde:

$V$  = volume requerido da lagoa, em m<sup>3</sup>

$A$  = área média requerida da lagoa, em m<sup>2</sup>

$P$  = profundidade útil, em m



4. Estimativa do tempo de retenção hidráulico ( $T_R$ )

$$T_R = \frac{V}{P} \quad T_R = \frac{41,44 \text{ m}^3}{3,74 \text{ m}^3/\text{dia}} = 11,08 \text{ dias}$$

onde:

$T_R$  = tempo de retenção hidráulico, em dias

$V$  = volume requerido para lagoa, em  $\text{m}^3$

$Q$  = Vazão do afluente, em  $\text{m}^3 / \text{dia}$

**Obs:** Para aumentar a eficiência de remoção da carga orgânica do efluente sugere-se utilizar um tempo de retenção hidráulico de 20 dias.

5. Estimativa do volume requerido da lagoa ( $V$ ), considerando tempo de retenção hidráulico de 20 dias

$$V = T_R \times Q \quad V = 20 \text{ dias} \times 3,74 \text{ m}^3/\text{dia} = 74,80 \text{ m}^3$$

onde:

$V$  = volume requerido para lagoa, em  $\text{m}^3$

$T_R$  = tempo de retenção hidráulico, em dias

$Q$  = Vazão do afluente, em  $\text{m}^3 / \text{dia}$

6. Estimativa de área média requerida para lagoa ( $A$ )

$$A = \frac{V}{P} \quad A = \frac{74,80 \text{ m}^3}{1,0 \text{ m}} = 74,80 \text{ m}^2$$

onde:

$A$  = área requerida para lagoa, em  $\text{m}^2$

$V$  = volume requerido para lagoa, em  $\text{m}^3$

$P$  = profundidade útil, em m

Para armazenar o volume de  $74,80 \text{ m}^3$  a lagoa deve possuir as características da Figura 1, com as seguintes dimensões: profundidade útil = 1,0 m; largura inferior = 4,0 m, largura superior = 6,0 m; comprimento inferior = 14,0 m e comprimento superior = 16,0 m.

7. Cálculo da  $\text{DBO}_5$  do efluente ( $S$ )

$$S = \frac{S_0}{(1 + K \times T_R)} \quad S = \frac{175,92 \text{ mg/l}}{(1 + 0,06/\text{dia} \times 20 \text{ dias})} = 79,96 \text{ mg/l}$$

onde:

$S$  =  $\text{DBO}_5$  do efluente, em  $\text{mg} / \text{l}$

$T_R$  = tempo de retenção hidráulico, em dias

$S_0$  =  $\text{DBO}_5$  do afluente, em  $\text{mg} / \text{l}$

$K$  = Constante de degradação (0,06)

8. Estimativa da eficiência de remoção da DBO<sub>5</sub> (E)

$$E = \frac{(S_0 - S) \times 100}{S_0} \quad E = \frac{(175,92 \text{ mg/l} - 79,96 \text{ mg/l}) \times 100}{175,92 \text{ mg/l}} = 54,54\%$$

onde:

E = Estimativa da eficiência de remoção da DBO<sub>5</sub>, em %

S = DBO<sub>5</sub> do efluente, em mg / l

S<sub>0</sub> = DBO<sub>5</sub> do afluente, em mg / l

Na Tabela 19, apresenta-se valores médios de eficiência da primeira lagoa de aguapés na remoção da carga orgânica e nutrientes dos dejetos oriundos da primeira lagoa facultativa, obtidos na unidade experimental da EMBRAPA Suínos e Aves.

**Tabela 19** — Eficiência da primeira lagoa de aguapés na remoção da carga orgânica e nutrientes dos dejetos oriundos 1ª lagoa facultativa, com tempo de retenção hidráulico de 19,3 dias.

Variáveis	Eficiência (%)
DBO <sub>5</sub>	45
Nitrogênio	52
Fósforo	68

Fonte: EMBRAPA Suínos e Aves (1996)

Na Tabela 20, apresenta-se valores estimados de DBO<sub>5</sub> e nutrientes do efluente da primeira lagoa de aguapés, considerando o valor de eficiência na remoção de DBO<sub>5</sub> obtida no exemplo e o percentual de eficiência de remoção de nitrogênio e fósforo, conforme Tabela 19.

**Tabela 20** — Valores estimados de DBO<sub>5</sub> e nutrientes do efluente da primeira lagoa de aguapés

Variáveis	Valores afluente mg/l)	Eficiência 1ª lagoa aguapés (%)	Valores efluente (mg/l)
DBO <sub>5</sub>	175,92	54,54	79,96
Nitrogênio	512,66	52	246,07
Fósforo	211,56	68	67,69

No exemplo desenvolvido foi obtida uma DBO<sub>5</sub> final de 79,96 mg / l, se considerarmos somente a redução da carga orgânica (DBO<sub>5</sub>), o sistema de tratamento proposto, atende as exigências da Legislação Ambiental do Estado de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul.

Um problema que se apresenta no dimensionamento do sistema de tratamento é com relação ao valor das constantes de degradação da matéria orgânica (DBO<sub>5</sub>), a ser utilizado nas equações de projetos, pois este valor é afetado por fatores ambientais

e de carga orgânica aplicada. Por enquanto a pesquisa ainda não dispõe de valores determinados para as diferentes regiões Brasileiras.

Na Tabela 21, apresenta-se valores médios de eficiência combinada na remoção total da carga orgânica e nutrientes do decantador, lagoas anaeróbias, lagoa facultativa e lagoa de aguapés, obtidos no exemplo de dimensionamento do sistema de tratamento de dejetos suínos.

**Tabela 21** — Eficiência combinada na remoção total da carga orgânica e nutrientes do sistema formado pelo decantador, 2 lagoas anaeróbias, 1 lagoa facultativa e 1 lagoa de aguapés no exemplo desenvolvido para o tratamento de dejetos suínos

Variáveis	Valores iniciais (mg/l)	Valores finais (mg/l)	Eficiência (%)
DBO <sub>5</sub>	21.000	79,96	99,61
Nitrogênio	3.100	246,07	92,06
Fósforo	2.300	67,69	97,05

Na Tabela 22, apresenta-se valores médios de eficiência combinada na remoção da carga orgânica e nutrientes do decantador, lagoas anaeróbias, lagoa facultativa e lagoa de aguapés, obtidos na unidade experimental da EMBRAPA Suínos e Aves.

**Tabela 22** — Eficiência combinada na remoção da carga orgânica e nutrientes do decantador, 2 lagoas anaeróbias, 1 lagoa facultativa e 1 lagoa de aguapés

Variáveis	Valores iniciais	Valores finais (mg/l)	Eficiência (%)
DBO <sub>5</sub>	13.500 mg/l	186,03	98,62
Nitrogênio	2.337 mg/l	185,51	92,06
Fósforo	660 mg/l	19,42	97,05
Coliformes fecais	$5,08 \times 10^8$	—	99,9

Fonte: EMBRAPA Suíno e Aves (1996)

As características do efluente que sai do sistema de tratamento, atendem em termos percentuais as exigências da Legislação Ambiental do Estado de Santa Catarina, no que tange a redução da carga poluente ( DBO<sub>5</sub> ) e coliformes fecais.

Na Tabela 23, apresenta-se os padrões estabelecidos na Legislação Ambiental do estado do Rio Grande do Sul, de DBO<sub>5</sub> (mg/l) no efluente a ser lançado em cursos d'água.

Na Tabela 24, apresenta-se os padrões exigidos pela FEPAM em relação a nutrientes e coliformes fecais para lançamento de efluente suinícola em cursos d'água.

Antes da implantação deste sistema de tratamento (dejetos líquidos de suínos), devemos considerar que, após realizada a separação de fases, obrigatoriamente teremos que tratar o material resultante. Para a tomada de decisão deve-se avaliar a relação custo/benefício.

**Tabela 23** — Níveis de DBO<sub>5</sub> (mg/l) aceitáveis no efluente a ser lançado em cursos d'água no Rio Grande do Sul, de acordo com o volume de dejetos produzidos diariamente.

Vazão (m <sup>3</sup> /dia)	Granja nova	Granja velha
< 20	120	200
20–200	80	150
200–1000	60	120

Fonte: FEPAM (1989)

**Tabela 24** — Níveis de nutrientes e coliformes fecais aceitáveis para lançamento de efluente suinícola em cursos d'água no Rio Grande do Sul.

Variáveis	Quantidade
Coliformes fecais	1%
Fósforo total	1,0 mg/l
Nitrogênio total	10,0 mg/l
Cobre	0,5 mg/l
Zinco	1,0 mg/l

Fonte: FEPAM (1989)

### 3 Uso de leito de cama no manejo de dejetos suínos

A utilização de leito de cama nas fases de crescimento e terminação de suínos pode ser uma alternativa aos sistemas convencionais de manejo de dejetos (esterqueiras, bioesterqueiras, lagoas, entre outros), pois no sistema de leito de cama os dejetos permanecem armazenados e são tratados na própria edificação onde os suínos são criados.

O sistema basicamente consiste em manter os animais em baias composta de duas partes: uma parte, em torno de 20%, constituída de piso compacto, onde são dispostos os comedouros e bebedouros, e a outra (em torno de 80% da área da baia) de chão batido. Sobre o chão batido é colocada uma camada de cama e quando bem manejada, propicia o tratamento de dejetos dos suínos.

Existem dois tipos de sistemas de leito de cama: os superficiais (com profundidade de cama entre 0,20 e 0,40 m) e os de profundidade (com espessura de cama entre 0,50 e 1,00 m). Em muitos países europeus os produtores adotam o sistema de leito profundo. Atualmente, os produtores de alguns países europeus estão substituindo o sistema leito profundo pelo leito superficial. O sistema leito superficial é bem aceito pelos produtores porque facilita as reviras da cama.

O sistema de leito de cama apresenta as seguintes vantagens: redução de custos (dispensa os sistemas convencionais de estocagem dos dejetos, facilita o transporte, a distribuição e reduz o volume final dos dejetos), e do impacto ambiental causado pela atividade suinícola, sem comprometer o desempenho dos suínos.

### **3.1 Instalação**

As edificações para o sistema leito de cama devem ter pé direito adequado de 3,30 m, laterais e divisórias em ferro ou madeira e área por animal de 1,30 m<sup>2</sup> (1,1 m<sup>2</sup> de cama e 0,20 m<sup>2</sup> de piso). Para evitar o aquecimento da cama pelo sol, aconselha-se utilização correta do beiral e arborizar o lado da instalação de maior exposição solar.

No sistema leito de cama, a entrada do primeiro lote de animais e/ou a troca da cama deverão ocorrer no período de inverno. Isso porque a cama nova no início do lote libera bastante calor, devido a intensa degradação da matéria orgânica por microrganismos termofílicos, podendo provocar estresse nos animais se a temperatura for alta. Pois, nessa fase a temperatura no interior da cama poderá passar de 60°C. Somente depois de mais ou menos 2 meses, a temperatura na superfície da cama entra em equilíbrio, ficando muito próxima as variações da temperatura externa.

A profundidade testada para a cama de maravalha na EMBRAPA Suínos e Aves foi de 0,5 m, é capaz de suportar 4 lotes de animais, quando revirada uma vez por semana.

### **3.2 Manejo da cama**

O material da cama deve receber reviras semanais. As reviras podem ser realizadas manualmente (com auxílio de garfo) ou mecanicamente, através de equipamentos mecanizados ou a tração animal, tendo-se o cuidado de misturar o material mais úmido (local onde os suínos defecam) com o material mais seco, de forma a obter uniformidade.

Nas reviras, introduz-se oxigênio ao material da cama de forma a manter o processo fermentativo (aeróbio), reduzindo assim o risco de microrganismos patogênicos, a proliferação de moscas e a exalação de maus odores. A introdução de oxigênio na cama, também acelera o processo de degradação e estabilização do material; quanto maior for a frequência das reviras, menor será o tempo de estabilização e o número de lotes que o mesmo comporta. Tendo isso em vista, o produtor poderá escolher o período em que pretende utilizar o material na lavoura. Caso necessite do composto (cama estabilizada) antes do previsto, basta aumentar a frequência de reviras da cama.

Os materiais usados como cama devem ser de baixo custo, fácil disponibilidade e oriundos de fontes idôneas, caso contrário poderão trazer organismos que causam doenças aos suínos. Atualmente, a EMBRAPA Suínos e Aves desenvolve pesquisa sobre materiais alternativos a serem utilizados como cama (maravalha, serragem, casca de arroz e sabugo triturado de milho).

### **3.3 Destino da cama**

A cama de maravalha, após a utilização por 4 lotes e estabilizada pode ser usada na lavoura como adubo orgânico. Tendo em média a seguinte composição: Nitrogênio 1,5%, Fósforo 1,1% e Potássio 1,8%.

### **3.4 Outros aspectos**

Esse sistema vem tendo aceitação crescente entre os produtores, mesmo que ainda não tenha sido concluída a fase de validação pela pesquisa. Até o momento a limitação observada refere-se a ocorrência de uma doença denominada de linfadenite, que pode levar a condenação de parte das carcaças dos animais no frigorífico.

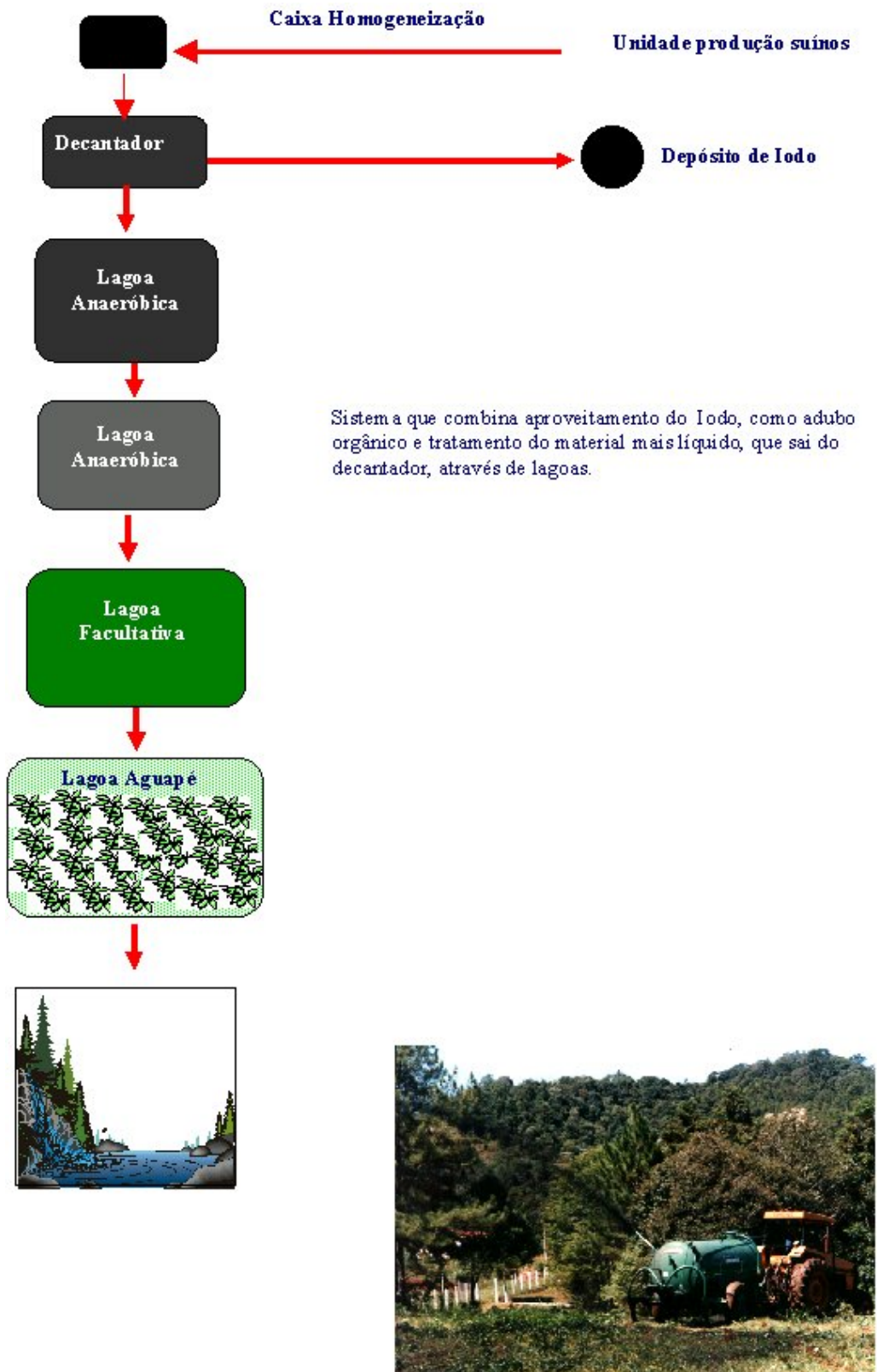
Em resumo, o sistema encontra-se em fase experimental, necessitando de mais estudos para ser recomendado definitivamente como tecnologia para o manejo dos dejetos de suínos.

## **4 Anexo 1**

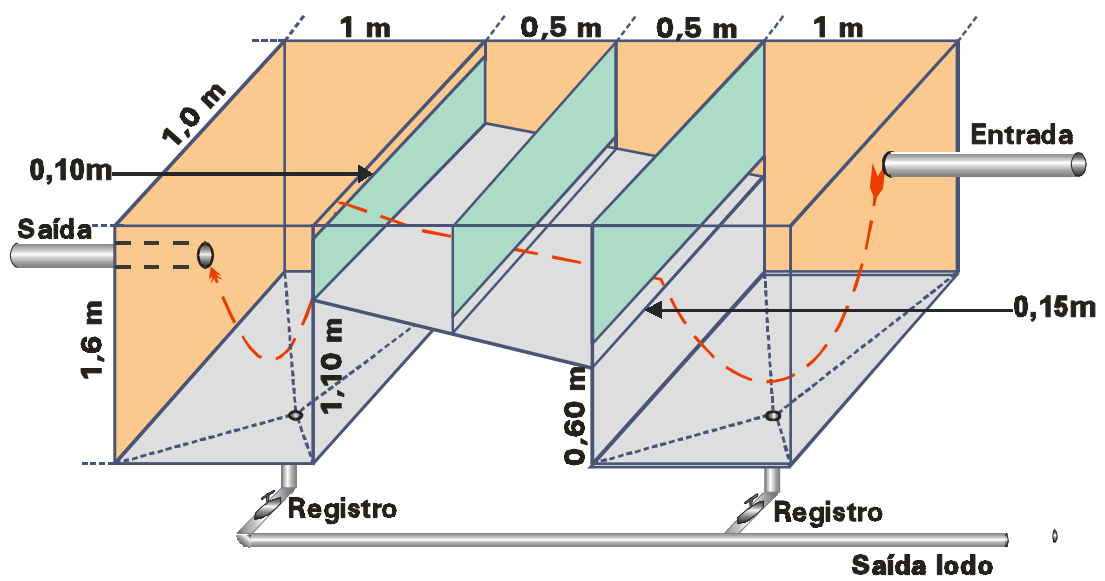
## **5 Anexo 2**

## **6 Referências Bibliográficas**

1. OLIVEIRA, P. A.V. de. (Coord.). Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos. Concórdia: EMBRAPA/CNPISA., 1993. 188 p. (EMBRAPA CNPISA. Documento, 27).
2. SCHMITT, D.R., Avaliação técnica e econômica da distribuição de esterco líquido de suínos. Universidade Federal de Santa Maria. Dissertação de Mestrado, 1995.
3. EPAGRI. Aspectos práticos do manejo de dejetos suínos. Florianópolis: EPAGRI/EMBRAPA-CNPISA, 1995. 106p.
4. KONZEN, E.A ; BARROS, L..C. de. Lagoas de estabilização natural para armazenamento de dejetos líquidos de suínos. Sete Lagoas: EMBRAPA-Milho e Sorgo, 1997. 14p. (EMBRAPA Milho e Sorgo. Documento,9).
5. COSTA, R.H.R.; MEDRI, W.; SILVA, F.C.M.; PERDOMO, C.C ., Determinação da constante de degradação (K) de lagoas de estabilização para dejetos suínos. Florianópolis: UFSC -CTC Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, "no prelo".
6. MIRANDA, C.R.; DARTORA, V.; CORRÊA, E.K. VIII Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos. Anais... p.415, 1997.
7. Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 3. ed. Passo Fundo, SBCS-Núcleo Regional Sul, 1994.



**Figura 3** — Fluxograma de sistema de tratamento de dejetos de suínos



**Figura 4** — Decantador de fluxo ascendente, Fonte: modelo adaptado de Weller & Willetts(1997), com área útil de 2,0 m<sup>2</sup>